

УДК 550.83-1029.12

О. Меньшов, канд. геол. наук, О. Круглов, канд. геол. наук,
А. Сухорада, канд. геол.-мін. наук, доц., Р. Хоменко, інж. I кат.

УЛЬТРАДЕТАЛЬНА МАГНІТОМЕТРІЯ ПРИРОДНИХ СИСТЕМ. ЕКОНОМІЧНІ ТА АГРАРНІ АСПЕКТИ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром фіз.-мат. наук І.М. Корчагіним)

Розглянуто теоретичні та прикладні питання ультрадетальної магнітометрії, зокрема її аграрного розділу. Проаналізовано економічний аспект використання ультрадетальної магнітометрії у сільському господарстві та ґрунтознавстві. Наведено приклади ультрадетальних магнітних досліджень з метою оцінки ерозії, деградації та родючості ґрунтових покривів.

Theoretical and applied issues of the ultradetailed magnetometry and its agricultural section are considered. The economic aspect of using ultradetailed magnetometry for agriculture and pedology is analyzed. The examples of the ultradetailed magnetic investigations for estimation of soil erosion, degradation and fertility are presented

Вступ. Вступ до СОТ, подальша міжнародна інтеграція внесли певні корективи у роботу всіх галузей вітчизняної економіки. Не залишили осторонь вони і геологорозвідувальні підприємства. Їм доводиться проводити господарську діяльність в умовах гострої конкуренції з транснаціональними компаніями, що мають краще технічне та кадрове (часто саме за рахунок вітчизняних виробників) забезпечення, користуються підтримкою потужного фінансово-політичного лобі. У результаті – втрата об'ємів робіт, часткове згортання виробничих потужностей, занепад.

Загальний стан економіки України, що хоч і демонструє останнім часом певні позитивні тенденції, наразі не дає надію на скоре одужання, швидке вирішення господарських негараздів.

Одним з шляхів виходу із ситуації, що склалася, є диверсифікація ринку збуту геологічних послуг, тобто їх просування на ті ринки, де традиційно вони не були представлені. Мова йде про застосування методів геологорозвідки для потреб охорони природи, аграрного комплексу, археології, ґрунтознавства. Приклади такої співпраці відомі вже кілька десятиліть, проте її рівень не зріс далі наукових розробок та поодиноких випадків впровадження на виробництві. Цього явно недостатньо, щоб вважати ці ринки перспективними, тому перед геологічною наукою слід поставити завдання: сформувати перелік послуг та поставити серію дослідів для їх доведення до споживчих вимог перелічених галузей.

Серед ймовірних ринків, на нашу думку, одним із перспективних виглядає аграрний сектор. Поміж проблем цієї провідної галузі економіки держави, для вирішення яких можна застосовувати методи геофізики є картування деградаційних процесів, питання ерозії ґрунтового покриву, визначення відносної родючості ділянок. У зв'язку зі майбутньою зміною земельних відносин (перехід до повної приватної власності на землю за умов функці-

онування земельного ринку) попит на вирішення цих завдань надалі тільки збільшуватиметься.

Для вирішення деяких проблемних питань сільсько-го господарства методами геології (точніше – геофізики) найбільш широко застосовують магнітні методи, причому історія такого застосування налічує понад 40 років. Враховуючи вимоги та потреби сучасної аграрної науки, що включають і високу точність визначень (у рамках концепції "точного землеробства" [8]), можна визначити і найбільш перспективний напрямок – ультрадетальна магнітометрія.

Результати та їх обговорення. Під *ультрадетальною магнітометрією* ми розуміємо комплексні магнітометричні дослідження геологічного середовища, які включають магнітну зйомку з необмеженою деталісттю та вивчення петро- і педомагнітних характеристик, зокрема ефективної намагніченості природних об'єктів.

Ультрадетальна магнітна зйомка дозволяє отримувати інформацію про існуюче магнітне поле, яке із високим ступенем наближення відповідає теоретичній ідеальній моделі (поле відоме у кожній точці простору з абсолютною точністю). Принциповою відмінністю ультрадетальної магнітної зйомки порівняно з мікромагнітною зйомкою професора Лаутербаха є розповсюдженість її на значні території. У такий спосіб ультрадетальна магнітна зйомка дозволяє отримувати матеріали, які можуть бути використані при усіх видах досліджень – від вивчення ґрунтового покриву до пошуків нафти і газу. Крім того, результати такої зйомки не потребують періодичного оновлення, включаючи зміну масштабу спостережень.

Справді, жоден з інших методів не зрівняється з магнітометрією за оперативністю, точністю визначення, продуктивністю, відсутністю впливу на зразок та довкілля та, головне, відносною дешевизною послуг [1, 2]. Можливості сучасної апаратурної навігаційної бази дозволяють

поєднувати процес агротехнічного обробітку земель та процедуру магнітної зйомки. Роботи у цьому напрямку проводились і на території нашої країни [9].

У результаті такого поєднання отримуються не лише детальні карти магнітних властивостей ґрунтів, що можуть використовуватися аграріями, а і цінний матеріал, який буде корисним і для геологів. Свого часу це отримало назву "геофізика подвійного призначення" [10, 11].

З появою на вітчизняних землях великої кількості (особливо після реформування КСП у 1999 році) дрібних господарств зріс попит на детальне картування властивостей земельних ділянок (включно до виявлення "проблемних" ділянок площею у кілька арів). Вартість традиційного агрохімічного обстеження, проведеного з необхідною для таких випадків детальністю, буде наближатися до вартості самих землевлодінь. У той же час геофізики досить давно звернули увагу на кореляцію магнітних властивостей ґрунтів і такого важливого інтегрального показника якості ґрунтів як родючість. Детальні роботи з цього питання публікуються у науковій пресі, у тому числі вітчизняній, ще з 80-х років минулого століття [3, 4]. Так, зокрема, нашими дослідженнями було показано різке падіння величини значень питомої магнітної сприйнятливості верхнього горизонту ґрунтового покриву на гідроморфних та галоморфних ділянках, тобто у фацій з пониженим рівнем актуальної родючості, навіть якщо це не виражено морфологічними характеристиками [12].

Повертаючись до питання пошуків нових, економічно доцільних технологій у сільському господарстві слід відзначити, що особливий інтерес до нових підходів досліджень проявляють ерозієзнавці. Серед проблем, що постали перед ними є відсутність методів швидкого визначення ступеню проявів дії водної ерозії. У свою чергу досліді по вивченню ерозійних процесів магнітними методами проводились як в Україні так і на території інших країн, досягнуто певних результатів – включно до патентування відповідної технології [6, 7]. Розвиток цих досліджень та адаптація до реалій АПК були б взаємовигідними.

Виходячи із зазначеного вище стає очевидним, що науковий та практичний інтерес викликає можливість застосування результатів ультрадетальної магнітної зйомки для вимірювання ерозійних параметрів ґрунтів, моніторингу ерозійних процесів, калібрування та апробації моделей ерозії – основи стратегії планування проведення протиерозійних заходів. Розглянемо декілька прикладів використання магнітних методів при картуванні ґрунтових покривів для вирішення зазначених аграрних задач. На рис.1. представлено результати вивчення магнітної сприйнятливості вздовж ландшафтного перетину (катени). Зональний ґрунтовий покрив даної ділянки – чорнозем, який являється одним із основних багатств нашої країни. В той же час відповідні сільськогосподарські угіддя потребують контролю за своєю кондиційністю. Даний приклад ілюструє вплив сольових процесів на кондиційність ґрунту та відбиття даних ознак у магнітних характеристиках. Мінімуми магнітної сприйнятливості відповідають проявам сольових процесів.

Наступний приклад ілюструє зміну магнітної сприйнятливості при перетині основних форм рельєфу в межах прохідної долини. Відповідні матеріали представлені на рис. 2. У межах дослідної ділянки чітко виділяється частина катени гідроморфного походження. Мінімум магнітної сприйнятливості відповідає саме цій частині. Слід зауважити, що гідроморфність власне ніяким чином не проявляється на стані поверхні ґрунту, тобто вона не підлягає позірній ідентифікації. В той же час у межах гідроморфної ділянки значно знижується родючість ґрунтового покриву.

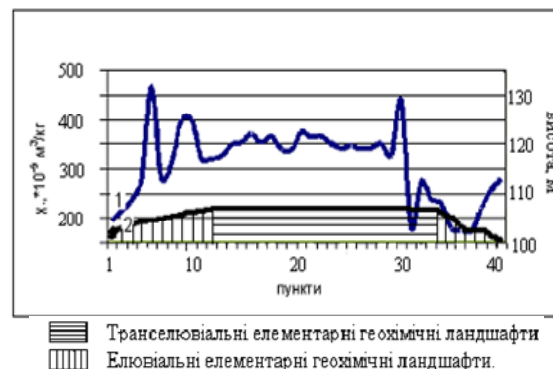


Рис 1. Магнітна сприйнятливість чорнозему глибоко залишково-солонцюватого

(Лохвицький район Полтавської області):

- 1 – графік значень магнітної сприйнятливості профілю,
2 – схема рельєфу профілю

Ще одним прикладом інформативності ультрадетальних магнітометричних досліджень в контексті вирішення завдань сільськогосподарського контролю за продуктивністю земель стало дослідження магнітної сприйнятливості в межах ґрунтового перетину, що включає ділянки ландшафту, на яких відмічаються ерозійні процеси. Вивчався зв'язок між даними процесами у ґрунтовому покриві та магнітною сприйнятливістю ґрунтів. Результати даного досліді наводяться на рис. 3. Магнітна сприйнятливість знижується на ерозійно-небезпечних ділянках ландшафтів. При чому головним чином мова йде про водну ерозію, яка у даному випадку проявляється у змиванні верхнього шару ґрунту та розмиванні його у глибини під впливом талих і дощових і вод.



Рис 2. Магнітна сприйнятливість ґрунтів прохідної долини з гідроморфною ділянкою

(Лохвицький район Полтавської області):

- 1 – графік значень магнітної сприйнятливості профілю,
2 – схема рельєфу профілю

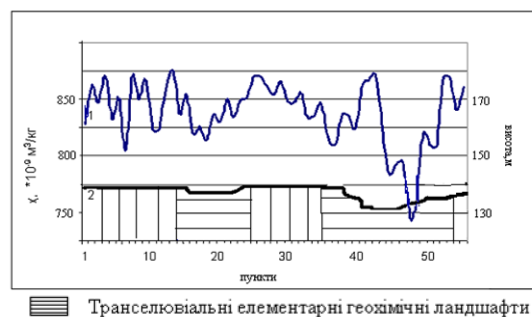


Рис 3. Магнітна сприйнятливість ґрунтів профілю 7 П
(Балаклійський район Харківської області).

- Чорноземи звичайні: 1 – графік значень магнітної сприйнятливості профілю, 2 – схема рельєфу профілю

Для розробки єдиної схеми ідентифікації ерозійно несприятливих ландшафтів, в структуру якої нами пропонується ввести методи ультрадетальних магнітних досліджень, використовують ряд нормативних документів. Однією з найбільш широко вживаних у світі моделей площинного змиву є Універсальне рівняння втрат ґрунту (USLE), розроблене американськими дослідниками на основі детальних експериментальних досліджень кількісного впливу чинників ерозії, яке успішно застосовується при великомасштабному картографуванні у США (1:60 000) [13]. Воно призначене для моделювання ефектів площинного змивання та мікро-струмкової ерозії без урахування процесів лінійного розмивання. Це рівняння стало загально визнаним інструментом ерозійного аналізу у США (де є офіційним інструментом у природоохоронному плануванні) та багатьох інших країнах. Наразі і регламентована нормативними документами USLE [5] і поширювана у Європі та США WEPP потребують серйозних доопрацювань для введення у повсякденний вжиток землевпорядних організацій та господарюючих суб'єктів.

Висновки. Таким чином, зйомка майбутнього – це прогнозна геологічна зйомка, де від віртуальних об'єктів, типу формацій, свит, горизонтів, комплексів, переходять до окремих елементів (так звані тектонодомени) – рудоносних, родючих, забруднених, що представлені реально існуючими природними об'єктами. Лише в такому випадку з'являється можливість для підвищення ефективності зйомки, а конкретні геологічні об'єкти не провалюються крізь сітку спостережень. Однією із задач, що вирішуються при ультрадетальних магнітометричних дослідженнях є вирішення проблем аграрного комплексу. Магнітні методи при цьому є економічно доцільними за рахунок своєї експресності та головне дешевизни. При цьому результати, що отримані нами вже на даному етапі демонструють високу ефективність

ультрадетальної магнітометрії при контролі родючості аграрно-виробничих ділянок, визначенні ступеня ерозійності та деградації ландшафтів.

1. Алексеев, А.О. Геохимические закономерности формирования состояния соединений железа в почвах сопряженных ландшафтов Центрального Предкавказья [Текст] / А.О. Алексеев, Т.В. Алексеева, Е.Г. Моргунов // Литология и полезные ископаемые. – 1996. – №1. С. 12–22.
2. Алексеев, А.О. Магнитные свойства и минералогия соединений железа в степных почвах [Текст] / А.О. Алексеев, Т.В. Алексеева, Б.А. Махер // Почвоведение. – 2003. – №1. – С. 62–74.
3. Вадюнина, А.Ф. Использование магнитной восприимчивости для изучения почв и их картирования [Текст] / А.Ф. Вадюнина, Ю.А. Смирнов // Почвоведение. – 1978. – №7. – С. 87–96.
4. Водяницкий Ю.Н. Оксиды железа и их роль в плодородии почв [Текст] / Водяницкий Ю.Н. – М.: Наука, 1989. – 129 с.
5. ГОСТ 17.4.03-86 "Охрана природы. Грунты. Методы определения потенциальной опасности эрозии под действием дождя" [Текст].
6. Круглов, О.В. Магнитная восприимчивость верхнего горизонта грунтов Лівобережжя України [Текст] / автореф. дис. ... канд. геол. наук: 04.00.22 / Круглов Олександр Вікторович; Київський національний ун-т ім. Т. Шевченка. – К., 2008. – 20 с.
7. Лукшин А. А. Магнитная восприимчивость фракций механических элементов почв / А. А. Лукшин, Т. И. Румянцева, В. П. Ковриго // Вопросы почвоведения и применения удобрений в Удмуртской АССР. – 1974. – С.131–138.
8. Медведев, В.В. Неоднородность почв и точное земледелие. Часть 1. Введение в проблему [Текст] / В.В. Медведев. – Харьков: 13 типография, 2007. 296 с.
9. Меньшов О. І. До питання про магнітне поле трактора / О. І. Меньшов, А. В. Сухорада, Р. В. Хоменко // Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: VIII міжнародна наукова конференція: матеріали. – К., 2007. – С. 184–185.
10. Сухорада, А.В. Геофизика педосферы – от идеологии к технологии [Текст] / А.В. Сухорада, М.А. Сухорада // Матеріали V міжнар. конф. "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К., 2004. – С.140–141.
11. Сухорада, А.В. Геофизика педосферы – проблемы и методология их решения [Текст] / А.В. Сухорада, М.А. Сухорада // Тез.Доп.ІV міжнар. конф. "Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища". – К., 2003. – С. 128–129.
12. Сухорада, А.В. Родючість ґрунтів як предмет агрогеофізичних досліджень [Текст] / А.В.Сухорада, О.В. Круглов // Вісн.Київ. ун-ту. Геологія. – 2004. – Вип. 29–30. – С. 76–79.
13. Wischmeier W.H. Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning / W.H. Wischmeier, D. D. Smith // USDA Agriculture Handbook No. 537. –Washington D.C.: US Department of Agriculture, 1978.

Надійшла до редколегії 04.11.11